

## 東北大学遺伝生態研究センター通信 No. 28

著者	東北大学遺伝生態研究センター
発行年	1995-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/49065">http://hdl.handle.net/10097/49065</a>



# 東北大学

## 遺伝生態研究センター通信

1995. 3. No.28

### 植物の代謝異常

島根大学・農学部 柴田 均

#### 1. はじめに

酵素の自殺基質があったり、ベンズピレンがP-450によって酸化されて発ガン性化合物に変化する場合もあるが、生物体内で起こる反応は、生存戦略に対してすべてが合目的であると考えられている。多様多岐にわたる植物二次代謝産物が蓄積される現象も、たとえ現時点ではその生理的役割が未解明であっても、すべて合目的であるとされている。ただし、植物には排泄機構がないゆえに老廃物、不要物の処理も当然目的に叶う行為であろう。有用物質として注目される、1属または1種の植物のみが生産する極めて微量蓄積される化合物でも、生産者にとっては必然の結果であろう。植物機能を活用して有用物質（生理活性物質）を著量蓄積させる目的を達成する際に、生産者がその二次代謝産物を蓄積する必然性や、その経路、律速段階、過剰蓄積の可能性などを検証する必要性があることには異論のないこと

と考えられる。

#### 2. ステビア植物のステビオシドの蓄積

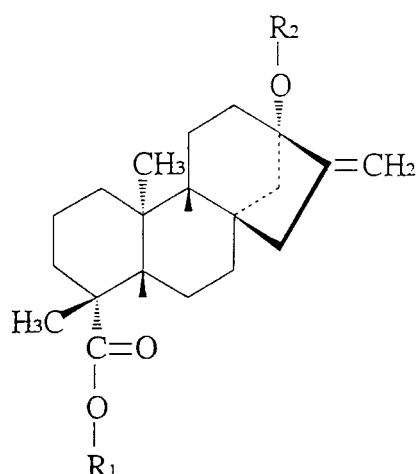
南米原産の *Stevia rebaudiana* Bertoni の葉は甘味成分ステビオシド類を含有しコロンブスが上陸した時すでに現地の人達が嚙んでいたとされている。その後育種が進み、現在では主成分であるステビオサイドとレバウディオサイド-Aを乾物あたり10-15%含有する株が栽培されその抽出成分が代用甘味料として使用されている。

甘味を呈する成分はジテルペン骨格をもつステビオールと命名されたアグリコンの配糖体である（図参照）。天然物有機化学的研究や食品添加物としての認可に必要な多くの研究がなされたようであるが、生合成に関してはステビオールがメバロン酸経路を経由して合成されるとの知見のみであった。

目次

次

植物の代謝異常	島根大学・農学部 柴田 均	1
酸性土壌と植物有害Al	東北大学・農学部附属農場 三枝 正彦	3
厳しい冬を乗り越える植物	北海道大学・低温科学研究所 荒川 圭太	4



R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	Prevailing name
H	H	Steviol
H	β-Glc	Steviolmonoside
β-Glc	β-Glc	Rubusoside
H	β-Glc-β-Glc(2-1)	Steviolbioside
β-Glc	β-Glc-β-Glc(2-1)	Stevioside
β-Glc	β-Glc-β-Glc(2-1) β-Glc(3-1)	Rebaudioside-A

### 3. ステビアは代謝異常植物である

酵素（遺伝子）の欠損や変異に基づく酵素の活性低下が代謝欠損を導く場合のみならず、極めて重要な代謝系が異常に増幅された場合も当然代謝異常の範疇に入れるべきと考える。メバロン酸経路はHMG-CoA還元酵素が律速段階で、ステロイド、カロチノイド、フィトール、キノン化合物、トコフェロール、さらにはトリテルペノイドなどが合成される極めて重要な経路である。さらにこの経路を下るとカウレン酸となり、これはジベレリン類の直接の前駆体であり、しかもステビオール前駆体でもある。HMG-CoA還元酵素は、サイトゾル、ミクロソーム、葉緑体に存在し上記の化合物合成に関与しているが、ステビアの葉ではなぜか葉緑体での活性のみが、他のキク科植物や、栽培種に比較して3倍も高い。この結果は、ステビア植物では葉緑体内でメバロン酸が3倍も合成されてしまう代謝異常状態が起こっていることを示唆している。過剰のメバロン酸を他の多くの生理活性化合物の合成に振り分ける訳にはいかず、しかたなく代謝経路を下り、カウレン酸を異常蓄積させざるを得ない。すべてのカウレン酸でジベレリンを過剰に生成させると自殺行為となるので、カウレン酸-13-ヒドロキシラーゼをデザインすることでステビオール合成へと導く経路を確保できたと考える。最近このヒドロキシラーゼの活性をステビアの葉緑体ストロマで検出できた。

### 4. 配糖化酵素による水溶性の付与と細胞内移行

葉緑体で合成されたステビオールは水に不溶であ

る。ステビオサイドとレバウディオサイド-Aは液胞に蓄積されていることを、非水系の細胞分画法で確認した。ステビオールがUDP-グルコースの共存下、グルコシルトランスフェラーゼの作用で配糖化され水溶性となって細胞内移行が可能となり、液胞に蓄積できる。ステビオールやステビオシドに作用する配糖化酵素はステビア葉には3種類あり、この内2種は精製できたが、いずれも内在性のアグリコンであるケルセチンやケンフェロールに高い活性と親和性を示した。すなわち持ち合わせの酵素で配糖化は可能であるらしい。

### 5. おわりに

異常蓄積のケースではあるが、高等植物内で代謝異常が起きているけれども、1種類の酵素をデザインすることで生命維持が確保できる例を、ステビア植物でのステビオシド蓄積として示した。カウレン酸すなわちメバロン酸の異常合成を、ステビオシド類に変換し、液胞に蓄積することで回避できていると考えた。他の二次代謝産物に比べて多量に蓄積されるステビオシドがたまたま甘味を呈したまでのことではあるが。しかし、なぜHMG-CoA還元酵素活性がステビア葉の葉緑体で高くなったのか、ステビオール骨格にグルコースを3分子（ステビオサイド）も4分子（レバウディオサイド-A）も結合させる必要があるのかについての答は現時点で持ち合わせていない。

## 酸性土壌と植物有害 Al

東北大学・農学部附属農場 三 枝 正 彦

植物の生育を支配する土壌要因の中で最も影響の大きいものとして土壌反応とりわけ土壌酸性が上げられる。世界的に見た酸性土壌の分布は熱帯・亜熱帯地域の強度に風化したオキシソル (9.7%) やアルティソル (7.6%)、寒・温帯地域のスポドソル (4.4%) やアンディソル (0.8%)、低湿地帯のヒストソル (1.9%) やサルフィックフルベント (0.1%)、乾燥・半乾燥地域のサメント (6.2%) など世界の農業利用可能地の31%、34億haに及んでいる。また、1960年後半以降、欧米では酸性雨によると思われる森林の衰退や湖沼における生物の死滅がしばしば報告され、最近では我国を始めとするアジア地域でもその土壌・植物への影響が深刻化しつつある。

酸性土壌では多くの植物の生育が著しく阻害されるが、その原因としては有害成分の蓄積 (例えば  $H^+$ 、Al、Mnなど)、生育に不可欠な養分の不足や可給度の低下 (例えばP、Ca、Mg、Cuなど)、硝酸化成や窒素の無機化あるいは空中窒素の固定などに関わる微生物活性の抑制、逆に土壌病害菌の活性化などさまざまな要因が複雑に関係している。これらの要因の中ではAlの過剰害に基づく植物の生育阻害がヒストソルとサメントを除く多くの土壌 (農業利用可能地の23%、25億ha) で発生し最も普遍的、かつ深刻な問題であり、20世紀初頭のVIETHやDAIKUHARAの研究以来多くの研究が行われてきた。しかしながら、AlはpHによって存在形態を異にすることや土壌に吸着され易いこともあって依然として未解決な問題が多い。

水溶液中のAlは、pH4以下で主として $Al^{3+}$ として存在するが、pH4以上では一部が単体の塩基性Alイオン  $\{Al(OH)^{2+}$ 、 $Al(OH)_2^+$ など} あるいは重合塩基性Alイオン {主要形態は  $[Al(OH)_{2.5}]^{0.5+}$  またはこれに近い化学組成を持つ $Al_3$ ポリマーイオン  $[AlO_4Al_2(OH)_2(H_2O)_{12}]^{7+}$  が有力視されている} に変わり、pHが更に上昇すると $Al(OH)_3$ として沈殿する。この $Al(OH)_3$ はアルカリ側では溶

解し $Al(OH)_4^-$ として存在する。土壌溶液中にはこの他に有機酸や腐植とキレートしたAlや $SO_4^{2-}$ や $F^-$ とイオン対を形成しているAlがある。また、通常の酸性土壌では土壌溶液中のAlは数ppm以下で存在することが多く、これを1とすると交換性Alは100~1000倍、構成成分としてのAlは10万~100万倍も存在する。

これまで酸性土壌におけるAl過剰害は、土壌溶液中の $Al^{3+}$ の活量係数や活動度で説明されることが多く、また実際のAl過剰害の土壌診断法としては土壌溶液Alより土壌のAl飽和度や交換性Al含量を用いることが多い。土壌溶液中の $Al^{3+}$ はpH4.5以下で急増し、土壌コロイド組成を問わずこれ以下のAl過剰害は土壌溶液中の $Al^{3+}$ の活量係数や活動度で一義的に説明される。しかしながら、世界各地で報告されている酸性土壌におけるAl過剰害はpH4.5~5.5の範囲のものが多く、土壌溶液中のAl濃度で説明することは難しい。この領域のAl過剰害の説明には次の2つが考えられているがいずれも現在のところ実証されていない。第1の考え方はこの領域には $Al^{3+}$ よりはるかに毒性の強いAlが存在するとするものである。

近年酸性河川や湖沼における生物の死滅や人のアルツハイマー症などの原因として $Al_3$ ポリマーイオンが注目されている。このポリマーAlイオンは植物に対してもモノマーAlイオン ( $Al^{3+}$ ) に比べてはるかに毒性が強いことが水耕栽培で実証されている。筆者も水耕栽培では水稻、エンバク、オオムギ、デントコーンのいずれもポリマーAlイオンの方がモノマーAlイオンよりはるかに毒性が強いことを認めている。しかしながら、水稻の湛水土耕栽培では、添加ポリマーAlイオンは選択的、不可逆的に土壌に吸着され、Al過剰害はポリマーAlイオンではなくモノマーAlイオン濃度と密接に関係していた。また、以下の諸事実より筆者は現在のところ、酸性土壌におけるAl過剰害は主として $Al^{3+}$ に起因

しているものと考えている。①ポリマーAlイオンはモノマーAlイオンより土壤コロイドに選択的、不可逆的に吸着される（事実、重粘質水田の透水性改良に多量のポリマーAlイオンが施用されるが後作にAl過剰害は見られない）。②酸性土壤中におけるポリマーAlイオンの検出には多くの研究者が関心を示しているにも拘わらず現在のところ、pH3.5～3.7の有機物に富むスポドソルB層という特殊なケースに限られている。しかもこの土壤のpHから考えると、ポリマーAlイオンが単独で存在することには疑問がある。③一般に、土壤溶液中には十分なSiが存在し、ポリマーAlイオンは容易に無害な塩基性アルミノ珪酸イオンやアロフェン・イモゴライトとなる。④これまでのAl過剰害の土壤診断法は土壤溶液 $Al^{3+}$ あるいは土壤のAl飽和度、交換性Al量などモノマーAlイオンに基づいている。⑤酸性土壤中におけるコムギの耐酸性の順列は、水耕栽培のモノマーAl耐性の順列と一致する。

酸性土壤中の植物有害Alの形態がポリマーAlイオンであるかモノマーAlイオンであるかを定めることは土壤診断上のみならず、バイオテクノロジーで耐酸性作物を作出する際のターゲットを明らかにする上でも極めて重要な問題であり今後の詳細な検討が必要である。

第2の考え方は植物根が溶液中のAlイオンのみならず土壤の交換性Alに反応するとするものである。土壤溶液中の $Al^{3+}$ はpH4.5以上では急激に減少するが、土壤コロイドに吸着している $Al^{3+}$ は土壤

pHが5.5以上にならないと消滅することがなく、これまでの多くの土壤診断法はこの交換性Al含量を評価してきた。また、弱酸的性格を持つアロフェン質黒ボク土ではpH 5付近でも植物にAl過剰害が見られないが、2:1～2:1:1型鉱物を主体とする強酸的性格を有する非アロフェン質黒ボク土では顕著なAl過剰害が発生する。これらの事実は酸性土壤中における植物根の伸長は、土壤の交換性Alと深い関わりを持つことを示唆するものであるが、現在の植物栄養学では植物の養分吸収に対する接触置換説は否定されている。植物の養分吸収が積極吸収のみによるとするならば、pH4.5～5.5の領域におけるAlの過剰害を説明することは極めて難しい。

このように野外における植物の生育は土壤コロイドの持つ強い緩衝能や吸・脱着反応、あるいは特異な物理性などに大きく左右されている。従って、単純化した栽培系での現象や原理の解明あるいは細胞培養系での形質転換に際しては、制御された容器内での個体の反応のみならず、再分化した植物における野外での生育環境とりわけ、土壤との相互作用などを十分に考慮する必要がある。

酸性雨や砂漠化など地球環境を巡る問題はますます厳しいものが感じられる。このような問題に対処し、根圏のイオンストレス耐性植物を作出するために、遺伝子操作を中心とするバイオテクノロジーの発展に大きく期待するものである。

## 厳しい冬を乗り越える植物

### —植物細胞の耐凍性について—

北海道大学・低温科学研究所 荒川 圭太

秋から冬にかけて日長が短くなり気温が低下するにつれて、越冬性の草本植物や木本植物などは低温馴化によって低温耐性を高めたり休眠を導入する。こうして植物は生活様式を大きく変化させることによって厳しい冬の寒さに対応している（1、2）。筆者は、コムギなどの草本植物が低温馴化する過程のなかでも特に凍結に耐える能力（耐凍性）を高めいく機構に興味を持って研究をおこなっている。

そこで、細胞が凍結する過程や植物の耐凍性について簡単に紹介する。

#### 1. 植物細胞の凍結

細胞が凍結するということは一体どのようなことだろうか。まずこのことから考えていきたい。

植物組織をなるべく自然界に近い条件で非常にゆっくりと冷却していくと、最初に細胞の外側の細胞間

隙に氷晶ができる。このとき、細胞内部は凍結していないため、細胞膜を隔てた内側と外側では水蒸気圧の差を生じ、結果的に細胞の内側から外側へ向けて水の移動がおこる。そのため、最初にできた細胞間隙の氷晶は、緩やかに温度が低下するにつれて細胞内部の自由水を奪って成長していく（細胞外凍結）。その間植物細胞は低温にさらされるだけでなく、細胞外凍結による細胞内部の脱水（凍結脱水）や成長した氷晶によって変形をもたらされるなどの機械的なストレスにもみまわれる。

このような凍結に対する植物の耐性は、遺伝的背景のみならず、生育環境や組織・器官、発育段階などによっても大きく変化することが知られている。実際、筆者が実験材料に用いている秋播きコムギ (*Triticum aestivum* L. cv. Norstar) では、4℃/2℃（昼/夜）で4週間低温馴化することによって低温馴化前（18℃/16℃で生育）に比べて苗条の耐凍性は10℃以上も高くなった（図）。このように、

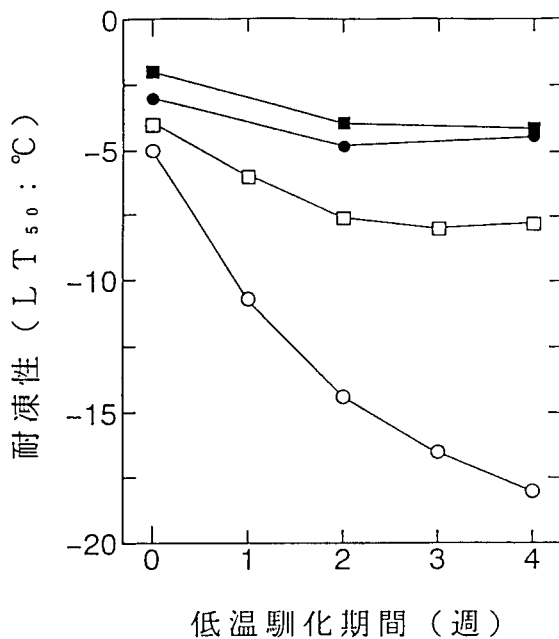
植物は低温馴化によって耐凍性を十分に高めて氷点下の寒さにも耐えうる性質を備えるようになる。

それでは、耐凍性が増加する過程ではどのような因子が作用しているのであろうか。

## 2. 細胞膜と耐凍性

植物組織が凍結傷害を起こした場合、その初期症状として細胞内の低分子物質の漏出が観察されるため、凍結融解の過程で細胞膜の機能が低下または損失したことがわかる。そして、細胞膜が凍結傷害を被る部位であるがゆえにその重要性が指摘されている。そのため、細胞膜における凍結傷害の発生機構や耐凍性獲得の過程で細胞膜が果たす役割を解明しようとする試みがなされ、これまでに数多くの報告がおこなわれてきた（3、4、5）。

緩やかな冷却速度で植物細胞を凍結すると、凍結脱水や氷晶成長によって細胞膜と他の膜系とが異常接近する部位が生じ、その結果、局所的に膜上でタ



図：低温馴化によるコムギ耐凍性の経時的変動

## 図 説

春播きコムギ (cv. Chinese Spring) と秋播きコムギ (cv. Norstar) を約2週間生育させた後、低温馴化をおこなった。□・■は春播きコムギの苗条と根、○・●は秋播きコムギの苗条と根の耐凍性をそれぞれ表している。なお、耐凍性 (LT<sub>50</sub>) 試験は以下の要領でおこなった。

植物組織を細かく刻んで均等に配分したサンプルを-3℃で平衡化させた後、氷晶核を添加して組織を凍結させた。これらを2時間以上平衡化してから-2.4℃/時の速度で緩やかに温度を低下させた。各目的温度に到達した時点で随時サンプルを取り出して4℃の暗黒下で解凍した。これらに水を添加して振とうした後、組織からの電解質漏出の程度を電気伝導率計で測定した。なお、凍結させない組織と液体窒素で急速凍結した組織を同様に処理して得られた値をそれぞれ0、100%の凍結傷害率として、各サンプルの凍結傷害率を検定した。そして、その値が50%となる温度をLT<sub>50</sub>と表示して耐凍性の指標とした。

ンパク質顆粒を欠いた脂質のみからなる領域 (aparticulate ドメイン) を形成したり、さらには隣接したふたつの膜系の脂質が相互作用して脂質二重層構造を乱し、特殊なミセル構造 (hexagonal Ⅱ 相) を形成するという。このような微細構造上での特異な現象は、低温馴化していないライムギやコムギなどで観察され、これらが原因となって凍結融解の過程での細胞膜の機能損失につながるものと考えられている。そのため、低温馴化の過程で細胞膜脂質が組成変動することによって膜の水和構造や流動性などをより低温に適したものとし、上記のような細胞膜の凍結傷害を防いで耐凍性を高めるものとみなした仮説が提唱されている (4)。

一方、筆者らは、細胞膜を構築するもうひとつの主要因子である膜タンパク質も細胞膜の構造や性質変化に影響を及ぼすのではないかと考え、細胞膜タンパク質が耐凍性に関与する可能性について検討を始めた。現在のところ、膜タンパク質が耐凍性に直接関与するという結論を得るには至っていないが、低温馴化の過程で細胞膜タンパク質組成も顕著に変化することを明らかにした (6)。そこでは植物耐凍性の増加にともなって量的に増加する膜タンパク質がいくつか検出できたため、現在はこれらの膜タンパク質の構造および機能を解析することを目的として研究をおこなっている。そして、これらの膜タンパク質の細胞膜に及ぼす影響が耐凍性にどれだけ関連性があるのかという点を明確にできるよう努力したい。

### 3. その他の関連因子

これまで述べてきたように、耐凍性に関して細胞膜の役割を明らかにすることは重要である。その一方で、細胞膜以外にも耐凍性に関連性の高い因子はいくつも存在する (3、5)。

そのひとつとして凍結傷害に対して防御効果を示す物質が挙げられる。このような物質にはスクロースなどの糖質やポリオール類などの低分子有機化合物のほか、極めて親水性の高いタンパク質の一群などが報告されている。これらは低温馴化の過程で細胞内に蓄積し、細胞内部の溶質ポテンシャルを高めて細胞の凍結脱水を緩和するほか、凍結融解の過程でタンパク質などの生体高分子の構造保持にも有効

であると考えられている。また、凍結そのものを回避するかのごとく氷晶形成を抑える作用のあるアンチフリーズタンパク質が植物でも見いだされている。しかし、実際にこれらの物質が生体内でどの程度耐凍性に貢献しているのかという点についてはいまだ明確な解答は得られていない。

### 4. 最後に

耐凍性に関する研究では植物材料を低温馴化するという過程を経るため、低温や乾燥などのストレス応答とかなり共通した性質をふまえるものと考えられる。したがって、これらのストレスと関連性の高いことがすでに報告されている複数の因子 (例えば膜脂質の不飽和度や活性酸素の消去系、浸透圧調節物質、アブシジン酸による種々の作用機構など) が耐冷性や耐乾燥性と同様に耐凍性にも貢献するであろうことは容易に推測される。

しかしながら、凍結傷害機構でさえもいまだその全貌が明らかにされていない現状では、細胞膜に代表されるような凍結傷害という現象をこれらの因子だけですべて解決できるものとは限らない。したがって、耐凍性という植物の生理機能を正確に把握するためには、今後さらなる研究の発展が望まれる。また、こうして蓄積される知見が植物の耐寒性育種による凍害・霜害対策などの応用面でも十分に貢献できるものと考えている。

### 参考文献

1. 酒井 昭 (1982) 「植物の耐凍性と寒冷適応—冬の生理・生態学」、学会出版センター
2. 酒井 昭、吉田静夫 (1983) UP BIOLOGÿ 植物と低温」、東京大学出版会
3. Levitt, j. (1972) 「Responses of Plants to Environmental Stresses.」 Academic Press
4. Steponkus, P.L (1984) Annu. Rev. Plant Physiol. 35: 543-584.
5. Guy, C.L. (1990) Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 41: 187-223.
6. Zhou, B.- L. et al. (1994) Plant Cell Physiol. 35: 175-182.

## 平成7年度共同利用研究等の紹介

平成7年度の共同利用研究等は、ワークショップ2課題並びに共同利用研究11課題（計画研究1課題、一般研究10課題）がそれぞれ採択され、新年度からスタートします。以下にワークショップの概要及び共同利用研究の課題等を紹介いたします。（採択番号順）

### ◎ワークショップ

- ・宇宙環境における植物生育の諸問題

菅 洋（東北大・遺生研）

開催予定年月日 平成7年11月16日（木）～11月17日（金）

宇宙は人類最後のフロンティアである。宇宙環境は、人類が活動を行う臨界環境の一つとして、その環境下での生物適応の問題は当センターの主要な研究分野となっている。宇宙環境における植物生育の諸問題を、重力反応の基礎的問題から、閉鎖生態系における生物生産の問題まで、宇宙実験の現状の解析から、未来展望をも含めて討論を行う。更に、地上実験からこれらの問題解析にどのように接近できるかについても討論を行う。また、スペースシャトルにおける動物実験の経験から、将来の植物実験にどのような示唆を与えることができるかについても討論する。

今回のワークショップは、いわゆる重力生理に止まらず、従来あまり接近のなかった閉鎖生態系におけるエネルギー収支などの問題と、植物生育の生理生態的問題との境界領域において、どのような問題があるかについても討論し整理したい。

- ・臨界環境における植物の生活

熊谷 忠（東北大・遺生研）

開催予定年月日 平成7年10月26日（木）～10月27日（金）

このワークショップは「想定される地球環境の変化が、地球上に生存する植物の生育、微生物の生活に及ぼす影響についての新しい視点、研究法の解明」をめぐって行うものである。紫外線UV-Bや二酸化炭素濃度の増大、水分ストレス、低温などの臨界環境が植物や微生物の生活に及ぼす影響とそれに対する防御と修復、および臨界環境が植物－植物および植物－微生物の相互作用に及ぼす影響について、日頃、生理生化学的、生態学的研究を行っている研究者がそれぞれの研究成果に基づいて情報交換と意見交流を行う。この討論会を通じて、「地球環境の変化」や「地球外環境」をも視野に入れた臨界環境における生き物の生き様についての理解を深め、これまで概して「好適な環境下における生き物の生きざま」を明らかにすることに中心が置かれて展開されてきた生物学研究に新しい視点を導入したいと考えている。

### ◎共同利用研究

（計画研究）

- ・植物の形質発現と適応機構の分子遺伝学的解析

河野昭一（京都大・理）、寺内良平（京都大・理）、平塚 明（東北大・理）

菅 洋（東北大・遺生研）、石栗義雄（東北大・遺生研）



(一般研究)

- ・高等植物における浸透圧ストレス耐性機構の解析と耐性遺伝子の導入  
高畑義人(岩手大・農)、亀谷壽昭(東北大・遺生研)
- ・混植されたオーチャードグラスとホワイトクローバの群落構造に及ぼす近紫外光の影響  
寺井謙次(秋田大・教育)、熊谷 忠(東北大、遺生研)
- ・土圏環境の微生物が塩濃度変化に脂質修飾で適応した際の脂質膜物性の変化の研究  
大木和夫(東北大・理)、小林俊秀(東北大・理)、大場哲彦(東北大・理)  
服部 勉(東北大・遺生研)
- ・トランスジェニック植物を用いたキメラ植物の作成と遺伝子発現  
平田 豊(東農工大・一般教育)、亀谷壽昭(東北大・遺生研)、塩月 明(東北大・遺生研)
- ・臨界環境下における植物-微生物の生態系に関する研究  
本田雄一(島根大・農)、内藤陽子(鳥取大学院・農研科)、熊谷 忠(東北大・遺生研)
- ・ヒゲカビの重力屈性の研究  
津留俊介(山形大・教育)、大瀧 保(東北大・遺生研)
- ・糸状菌における光回復とフォトリアーゼ遺伝子解析  
安井 明(東北大・加齢研)、大瀧 保(東北大・遺生研)、宮寄 厚(東北大・遺生研)
- ・水環境に対する根の適応機構の解析  
平沢 正(東農工大・農)、石原 邦(東農工大・農)、菅 洋(東北大・遺生研)  
高橋秀幸(東北大・遺生研)
- ・微生物生態系からの転移遺伝因子の検出  
南澤 究(茨城大・農)、服部 勉(東北大・遺生研)
- ・インゲン根腐病菌の大型株と小型株のDNA一次構造の比較  
百町満朗(岐阜大・農)、服部 勉(東北大・遺生研)


編集後記

遺伝生態研究センターは設立して7年が経過しました。その間、本通信は28号を数えるにいたりました。この通信が、遺伝生態の研究分野にかかわる論文を中心に編集することが出来たことは、皆様のご支援によるものと、深く感謝しております。今後も、遺伝生態にかかわる研究の紹介、書評などをお寄せいただき、当通信が意見交換の場としての役割を果たしてゆくようにつとめたいと考えております。原稿はワープロ・市販の原稿用紙等で作成していただいても結構ですが、お問い合わせいただければ専用の原稿用紙をお送りいたします。

東北大学遺伝生態研究センター通信 No.28  
平成7年(1995年)3月

編集・発行 東北大学遺伝生態研究センター  
〒980-77 仙台市青葉区片平二丁目1-1  
TEL 022-217-5706 (共同利用掛)  
FAX 022-263-9845

・研究センター通信の題字は、元東北大学長  
石田名香雄先生の自筆です。

・  は、東北大学遺伝生態研究センターの  
シンボルマークです。

・ IGE、Institute of Genetic Ecology の略称  
です。